

# FOREIGN MATTER INSPECTING DEVICE

Publication number: JP4127152

Publication date: 1992-04-28

Inventor: SHISHIDO HIROAKI; NOGUCHI MINORU

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- International: G01N21/47; G01N21/956; G03F1/08; H01L21/027; H01L21/66; H01L21/66; G01N21/47; G01N21/88; G03F1/08; H01L21/02; H01L21/66; H01L21/66; (IPC1-7): G01N21/47; G03F1/08; H01L21/027; H01L21/66

- European:

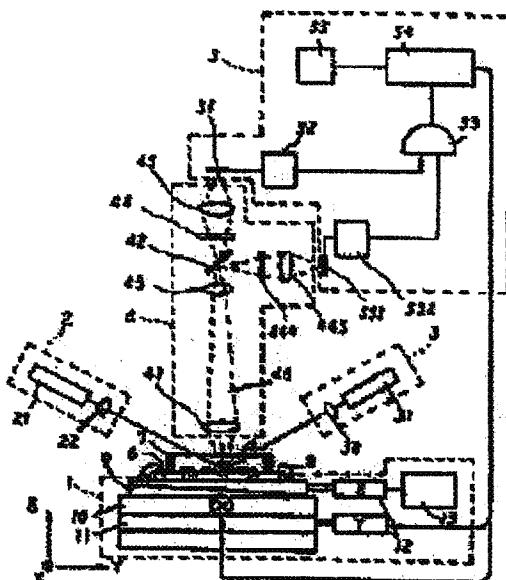
Application number: JP19900247097 19900919

Priority number(s): JP19900247097 19900919

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP4127152

**PURPOSE:** To easily separate and detect a foreign matter of a submicron order on a circuit pattern by an easy constitution by binarizing scattered light and diffracted light which are generated on the same position on the circuit pattern by the irradiation of plural illuminating system through a space filter, calculating and displaying. **CONSTITUTION:** The circuit pattern of a substrate placed on an inspection stage part 1 is irradiated from respective oblique directions with two independent illuminating systems 23 arranged opposite to each other, and the beams of the scattered light and the diffracted light are respectively separated into the irradiating directions. The diffracted light from the linear part of the circuit pattern is shielded and eliminated by the space filters 44 and 444 arranged on each Fourier transform surface after separating, thereafter, a reverse Fourier transform image is formed and each image formed on each of detecting devices 51 and 531 separately used for the illuminating systems 2 and 3 are binarized by 1st and 2nd binarization circuits 52 and 552, and then, calculated by an AND circuit 53 so as to be displayed by a display means 55. Thus, the foreign matter of the submicron order on the circuit pattern can be separated from the circuit pattern.



## ⑫ 公開特許公報 (A)

平4-127152

⑬ Int. Cl. 5

G 03 F 1/08  
G 01 N 21/47  
H 01 L 21/027  
21/66

識別記号

府内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)4月28日

S 7369-2H  
A 7529-2J  
J 7013-4M  
7352-4M

H 01 L 21/30 301 V

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全17頁)

## ⑮ 発明の名称 異物検査装置

⑯ 特 願 平2-247097

⑯ 出 願 平2(1990)9月19日

⑰ 発明者 実戸 弘明 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑰ 発明者 野口 稔 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑰ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑰ 代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

丁度一物の回路であるアースする。幸の位置を検する。装置ト板の運動をしタ能を。お、上を付して燃らす。基より、路の斜勢動丁の物、查系、一明、漏射を、模回路、一と前記回位の発生する光、前記およ前記の該照の光を前記の光学を前記の散乱して光を前記の間フの回折、出検出器上に像部を出する。出器と結せか検光学よ出で出しき値を。の力を、設定し、値回路2化、2路の値化出力により前記の上、異物エタを演算する。装置とを備えたことを特徴とする異物検査装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## [産業上の利用分野]

本発明は、レチクルやホトマスク等(以下レチクル等という)の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

## [従来の技術]

LSI或いはプリント基板などを製造するのに使用されるレチクル等の露光工程において、レチクル等の回路パターンはウェハ上に焼付転写する前に検査されるが、該回路パターン上にたとえばミクロンオーダーの微小異物が存在している場合においても、該異物により前記回路パターンがウェハに正常に転写しないことから、LSIチップ全数が不良になる問題がある。この問題点は、最近のLSIの高集積化に伴い一層顕在化し、より微小のサブミクロンオーダーの異物の存在も許容

されなくなってきた。」

上記転写不良防止のため、露光工程前の異物検査は不可欠であり、レチクル等の管理上、従来から種々の異物検査技術が提供されているが、レチクル等の回路パターンの検査は、レーザ光等の指向性の良い光源で斜めから照射し、異物から発生する散乱光を検出する方法が検査速度および感度の点から有利で一般的に使用されている。ところが上記検査方法においては、レチクル等の回路パターンのエッジ部からも回折光が発生するため、この回折光から異物のみを弁別して検出するための工夫が必要であり、そのための技術が公開されている。

その1は、直線偏光レーザと、特定の入射角度で該レーザ光を斜めから照射する手段と、鏡光板およびレンズを用いた斜方結像光学系を特徴とする異物検査装置（例えば、特開昭54-101390）で、直線偏光を照射した際、回路パターンからの回折光と異物からの散乱光では、光の偏光方向が異なることを利用し、異物だけを輝かせて

〔発明が解決しようとする課題〕

れば、微小な粒子が照明光の波長と同程度の大きさになった場合、異物からの散乱光は均一にはならず、偏光分布を持つ。

本発明では、上記の見逃しが増加してきたのは、この微小な粒子からの散乱光が分布を持つためであることに着目した。

これは従来、検出光学系の開口数に関する議論で及されていなかっただけでなく、異物を検出する場合、検出光学系が異物を解像できない場合であっても検出は可能であると考えられていたためである。ところが、上記の文献に示されたように微小粒子からの散乱光は不規則な指向性をもつため、開口数の小さな検出光学系では検出できない可能性があり、この結果、異物の検出見逃しが起こる。

すなわち、本発明の思想により、従来技術の有する分解能の検出光学系では、「微小異物を検出できることもある。」のであって、「安定して検出できる。」のではないことが明らかになった。「異物の検出」と言う目標を達成するためにも、検出すべき異物の大きさを解像する程度の分解能

〔作用〕 Wo = 1. 著, "Prins p 1" O  
t i c s" p p. 647-684などの文献によ

が必要であることが判明した。

本発明は、この検出すべき異物を解像する程度

の開口数 (NA) を有する検出光学系を有する。

$$d = 0.6 \frac{\lambda}{N_a} \quad \dots \quad (1)$$

NAに、概ね近い値を有する光学系が望ましい。ここで、 $d$  は検出すべき異物の寸法、 $\lambda$  は照明光の波長、NAは開口数である。

NAを式(1)を満たすように設定できない場合、  
 $\alpha$ を短くする必要がある。

すなわち、本発明は異物検査のための検出光学系では解像する解像力が必要と考えられていなかったが、式(1)に示すような検出光学系が、必要であるという新規な考え方方に立っている。

ただし、式(1)の係数は0.6という一般的の解像度を算出する際の値ほど大きい必要はなく、本発明に際して、実施された実験によると0.24～0.6の範囲であれば必要とされる異物検出性能は発揮される。

その理由について、以下に説明する。

第24図には、横軸に異物径を縦軸に散乱断面積をとつてある。この散乱断面積は、異物から発生する散乱光に比例し、Mie散乱の理論から求められる。その解説は、

発生する散乱光を観察した場合、あたかも図中の実線で示される大きさの異物から発生する散乱光であるかのように観察されることを意味する。図中には、点線で、幾何学的な断面積も合わせて示した。これより、散乱光で観察した場合には、実際の異物寸法よりも大きく観察されることがわかる。（これは、まさしく異物検査が散乱光で行われている理由である。）そして、その比率は、第24図より面積比で約3倍～6倍、従って直徑では $\sqrt{3}$ ～ $\sqrt{6}$ 倍となる。

この場合、式(1)は、

$$d = \frac{0.6}{\sqrt{3} \sim \sqrt{6}} \frac{1}{NA} = 0.35 \sim 0.24 \frac{1}{NA} \quad \dots \quad (1)$$

となり、先の実験結果を説明できる。

また、検出すべき異物サイズdは、レチクルの最小寸法の1/4程度とされているため、レチク

ければ検出できることになり、異物は見逃しとはならない。

第23図において、 $NA = \sin(\frac{\theta}{2})$

( $n$  : 光路の屈折率、空気では  $n \approx 1$  ) で検出系  
対物レンズ41の N A は求められ、

$$NA = 1 \cdot \sin \left( \frac{52^\circ}{2} \right) = 0.44 \text{ となる。}$$

よって、おおむね 0. 44 より大きな NA を持つ検出系により異物からの散乱光を見逃しなく検出できる。

この場合、NAが大きい程検出に余裕が出来、またレーリー領域の異物の検出にも都合が良くなる。

逆に  $NA \geq 0.44$  を満たさない場合でも  $NA = 0.4$  程度ならば、回折光にある程度の継があるため、実用上は異物の検出は可能である。

そこで本発明では、粒子のにより初めてN. A.が0.4以上の高開口数の検出光系を用いた異物検出が可能となり、これらの検出見逃しが低減できる。

本発明は、レチクル等の回路パターンが織・横

に載置した基板の回路パターンを、180°方向をずらして対向位置に配置した独立した光源を有する第1および第2の照明系によりそれぞれ斜方から入射角 $i$ で照射すると、該照射で回路パターンの同一位置に発生した散乱光および回折光は、前記検出光学系により集光されて照射方向別に光線分離され、分離後の各フーリエ変換面上に配置した空間フィルタにより回路パターンの直線部分からの回折光を遮光して除去し、逆フーリエ変換像が作成されて照明系別の各検出器上に結像して検出される。各検出器の出力は、しきい値を設定した前記信号処理系における第1および第2の2値化回路によりそれぞれ2値化され、論理積回路により該2値化出力の論理積がとられる。この論理積をとることにより前記回路パターン上のサブミクロンオーダーの異物が回路パターンから分離して検出され、異物のみを検出することが可能になる。

### 〔实施例〕

以下本発明の一実施例の構成を第1図を参照し

上記測定結果に基づき、前記検査ステップ部吐

画面の移動による等の問題を簡略化する。  
 1回走査時間は約0.15秒で、走査速度は約60mm/sである。  
 2回走査時間は約0.3秒で、走査速度は約20mm/sである。  
 3回走査時間は約0.6秒で、走査速度は約10mm/sである。  
 4回走査時間は約1.2秒で、走査速度は約5mm/sである。  
 5回走査時間は約2.5秒で、走査速度は約2mm/sである。  
 6回走査時間は約5.0秒で、走査速度は約1mm/sである。  
 7回走査時間は約10.0秒で、走査速度は約0.5mm/sである。  
 8回走査時間は約20.0秒で、走査速度は約0.25mm/sである。  
 9回走査時間は約40.0秒で、走査速度は約0.125mm/sである。  
 10回走査時間は約80.0秒で、走査速度は約0.0625mm/sである。  
 11回走査時間は約160.0秒で、走査速度は約0.03125mm/sである。  
 12回走査時間は約320.0秒で、走査速度は約0.015625mm/sである。  
 13回走査時間は約640.0秒で、走査速度は約0.0078125mm/sである。  
 14回走査時間は約1280.0秒で、走査速度は約0.00390625mm/sである。  
 15回走査時間は約2560.0秒で、走査速度は約0.001953125mm/sである。  
 16回走査時間は約5120.0秒で、走査速度は約0.0009765625mm/sである。  
 17回走査時間は約10240.0秒で、走査速度は約0.00048828125mm/sである。  
 18回走査時間は約20480.0秒で、走査速度は約0.000244140625mm/sである。  
 19回走査時間は約40960.0秒で、走査速度は約0.0001220703125mm/sである。  
 20回走査時間は約81920.0秒で、走査速度は約0.00006103515625mm/sである。  
 21回走査時間は約163840.0秒で、走査速度は約0.000030517578125mm/sである。  
 22回走査時間は約327680.0秒で、走査速度は約0.0000152587890625mm/sである。  
 23回走査時間は約655360.0秒で、走査速度は約0.00000762939453125mm/sである。  
 24回走査時間は約1310720.0秒で、走査速度は約0.000003814697265625mm/sである。  
 25回走査時間は約2621440.0秒で、走査速度は約0.0000019073486328125mm/sである。  
 26回走査時間は約5242880.0秒で、走査速度は約0.00000095367431640625mm/sである。  
 27回走査時間は約10485760.0秒で、走査速度は約0.000000476837158203125mm/sである。  
 28回走査時間は約20971520.0秒で、走査速度は約0.0000002384185791015625mm/sである。  
 29回走査時間は約41943040.0秒で、走査速度は約0.00000012020928955078125mm/sである。  
 30回走査時間は約83886080.0秒で、走査速度は約0.000000060104644775390625mm/sである。  
 31回走査時間は約167772160.0秒で、走査速度は約0.0000000300523223876953125mm/sである。  
 32回走査時間は約335544320.0秒で、走査速度は約0.00000001502616119384765625mm/sである。  
 33回走査時間は約671088640.0秒で、走査速度は約0.000000007513080596923828125mm/sである。  
 34回走査時間は約1342177280.0秒で、走査速度は約0.0000000037565402984619140625mm/sである。  
 35回走査時間は約2684354560.0秒で、走査速度は約0.00000000187827014923095703125mm/sである。  
 36回走査時間は約5368709120.0秒で、走査速度は約0.000000000939135074615478515625mm/sである。  
 37回走査時間は約10737418240.0秒で、走査速度は約0.0000000004745675373077392578125mm/sである。  
 38回走査時間は約21474836480.0秒で、走査速度は約0.00000000023728376865386962890625mm/sである。  
 39回走査時間は約42949672960.0秒で、走査速度は約0.000000000120641884326934814453125mm/sである。  
 40回走査時間は約85899345920.0秒で、走査速度は約0.0000000000603209421634674072265625mm/sである。  
 41回走査時間は約171798691840.0秒で、走査速度は約0.00000000003016047108173370361328125mm/sである。  
 42回走査時間は約343597383680.0秒で、走査速度は約0.0000000000150802355408668518065625mm/sである。  
 43回走査時間は約687194767360.0秒で、走査速度は約0.000000000007540117770443425903125mm/sである。  
 44回走査時間は約1374389534720.0秒で、走査速度は約0.0000000000037700588852217129515625mm/sである。  
 45回走査時間は約2748779069440.0秒で、走査速度は約0.00000000000188502944261085647578125mm/sである。  
 46回走査時間は約5497558138880.0秒で、走査速度は約0.000000000000942514721305428237890625mm/sである。  
 47回走査時間は約10995116277760.0秒で、走査速度は約0.0000000000004712573606527141889453125mm/sである。  
 48回走査時間は約21990232555520.0秒で、走査速度は約0.00000000000023562868032635709447365625mm/sである。  
 49回走査時間は約43980465111040.0秒で、走査速度は約0.00000000000011781434016317854723828125mm/sである。  
 50回走査時間は約87960930222080.0秒で、走査速度は約0.000000000000058907170081589273618453125mm/sである。  
 51回走査時間は約175921860444160.0秒で、走査速度は約0.0000000000000294535850407946368092265625mm/sである。  
 52回走査時間は約351843720888320.0秒で、走査速度は約0.0000000000000147267925203973184046328125mm/sである。  
 53回走査時間は約703687441776640.0秒で、走査速度は約0.000000000000007363396260198658202315625mm/sである。  
 54回走査時間は約1407374883553280.0秒で、走査速度は約0.000000000000003681698130099329101153125mm/sである。  
 55回走査時間は約2814749767106560.0秒で、走査速度は約0.0000000000000018408490650496645055578125mm/sである。  
 56回走査時間は約5629499534213120.0秒で、走査速度は約0.00000000000000092042453252248325277965625mm/sである。  
 57回走査時間は約11258999068426240.0秒で、走査速度は約0.0000000000000004602122662612416263893125mm/sである。  
 58回走査時間は約22517998136852480.0秒で、走査速度は約0.00000000000000023010613313062081319465625mm/sである。  
 59回走査時間は約45035996273704960.0秒で、走査速度は約0.0000000000000001150530665653104065923125mm/sである。  
 60回走査時間は約90071992547409920.0秒で、走査速度は約0.00000000000000005752653328275520329615625mm/sである。  
 61回走査時間は約180143985094819840.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000287632666413776016483125mm/sである。  
 62回走査時間は約360287970189639680.0秒で、走査速度は約0.00000000000000001438163332068880082465625mm/sである。  
 63回走査時間は約720575940379279360.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000071908166603444004123125mm/sである。  
 64回走査時間は約1441151880758558720.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000359540833017220020615625mm/sである。  
 65回走査時間は約2882303761517117440.0秒で、走査速度は約0.000000000000000001797704165086100103078125mm/sである。  
 66回走査時間は約5764607523034234880.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000089885208254305005155625mm/sである。  
 67回走査時間は約11529215046068469760.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000044942604127152752578125mm/sである。  
 68回走査時間は約23058430092136939520.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000224713020635763762890625mm/sである。  
 69回走査時間は約46116860184273879040.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000001123565103178818814453125mm/sである。  
 70回走査時間は約92233720368547758080.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000561782551589409422265625mm/sである。  
 71回走査時間は約184467440737095516160.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000028089127579470471113125mm/sである。  
 72回走査時間は約368934881474191032320.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000001404456378973523555625mm/sである。  
 73回走査時間は約737869762948382064640.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000007022281894867767778125mm/sである。  
 74回走査時間は約1475739525896764129280.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000035111409474338838890625mm/sである。  
 75回走査時間は約2951479051793528258560.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000175557047371694194453125mm/sである。  
 76回走査時間は約5902958103587056517120.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000877785236858470972265625mm/sである。  
 77回走査時間は約1180591620717411303440.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000004388926184293504863125mm/sである。  
 78回走査時間は約2361183241434822606880.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000021944630921467524315625mm/sである。  
 79回走査時間は約4722366482869645213760.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000109723154607337621578125mm/sである。  
 80回走査時間は約9444732965739290427520.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000548615773036688107890625mm/sである。  
 81回走査時間は約18889465931478580855040.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000002743078865183440539453125mm/sである。  
 82回走査時間は約37778931862957161710080.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000137153943259172026973125mm/sである。  
 83回走査時間は約75557863725914323420160.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000685769721295861134890625mm/sである。  
 84回走査時間は約151115727451826646400320.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000003428848606479305674453125mm/sである。  
 85回走査時間は約302231454903653292800640.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000017144243032396528373125mm/sである。  
 86回走査時間は約604462909807306585601280.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000085721221511982641865625mm/sである。  
 87回走査時間は約1208925819614613171202560.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000004286061075599132093125mm/sである。  
 88回走査時間は約2417851639229226342405120.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000021430305377995660465625mm/sである。  
 89回走査時間は約4835703278458452684810240.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000001071515268899783023125mm/sである。  
 90回走査時間は約9671406556916905369620480.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000005357576344498915115625mm/sである。  
 91回走査時間は約19342813113833810739240960.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000000026787881722494575578125mm/sである。  
 92回走査時間は約38685626227667621478481920.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000133939408612472877890625mm/sである。  
 93回走査時間は約77371252455335242956963840.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000669697043062364439453125mm/sである。  
 94回走査時間は約154742504906676485133927680.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000033484852153118221973125mm/sである。  
 95回走査時間は約309485009813352970267855360.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000167424260765591109865625mm/sである。  
 96回走査時間は約618970019626705940535710720.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000008371213038279555493125mm/sである。  
 97回走査時間は約1237940039253411881071421440.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000041856065191497777465625mm/sである。  
 98回走査時間は約2475880078506823762142842880.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000002092803259574888873125mm/sである。  
 99回走査時間は約4951760157013647524285685760.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000010464016297874444365625mm/sである。  
 100回走査時間は約9903520314027295048571371520.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000000523200814989372218125mm/sである。  
 101回走査時間は約19807040628054590096542743040.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000002616004074946861090625mm/sである。  
 102回走査時間は約39614081256109180193085486080.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000000000013080020374734305453125mm/sである。  
 103回走査時間は約79228162512218360386170972160.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000654001018736717275625mm/sである。  
 104回走査時間は約158456325244436720732341944320.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000327000509368558878125mm/sである。  
 105回走査時間は約316912650488873441464683888640.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000000016360025473427944375625mm/sである。  
 106回走査時間は約633825300977746882929367777280.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000081800127367139721875mm/sである。  
 107回走査時間は約1267650601955493765858735554560.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000000000000409000637335798609375mm/sである。  
 108回走査時間は約2535301203910987531717471109120.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000000002045003186703993048125mm/sである。  
 109回走査時間は約5070602407821975063434942218240.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000000000000102300159335199719625mm/sである。  
 110回走査時間は約10141204815643950126869884436480.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000000000511500076750998598125mm/sである。  
 111回走査時間は約20282409631287900253739768872960.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000002557500383754992995625mm/sである。  
 112回走査時間は約40564819262575800507479537745920.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000000000000012787501918754974978125mm/sである。  
 113回走査時間は約81129638525151600101498575589840.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000000000000006393750954375248739375mm/sである。  
 114回走査時間は約162259277050303200202997151179680.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000000000031968754771875124375mm/sである。  
 115回走査時間は約324518554100606400405994302359360.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000000159843752359375621875mm/sである。  
 116回走査時間は約649037108200123200801988604718720.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000000000007992187517968753109375mm/sである。  
 117回走査時間は約1298074216400246401603977209437440.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000000039960937535937565521875mm/sである。  
 118回走査時間は約2596148432800492803207954418874880.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000000000000000199804687571875327609375mm/sである。  
 119回走査時間は約5192296865600985606415908837749760.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000000009990234375859375638309375mm/sである。  
 120回走査時間は約1038459373120197121283181767549520.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000000004995117187591875316609375mm/sである。  
 121回走査時間は約2076918746240394242566363535098800.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000000002497558562593756583049375mm/sである。  
 122回走査時間は約4153837492480788485132727070097600.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000000000000000012487792812597532915249375mm/sである。  
 123回走査時間は約8307674984961576970265454140095200.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000000000000062438964062598756476249375mm/sである。  
 124回走査時間は約16615349889923533940530908280092400.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000000000312194820312599375323649375mm/sである。  
 125回走査時間は約33230699779847067881061816560086200.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000000000000000001560974101562599686618249375mm/sである。  
 126回走査時間は約66461399559694135762123633120083100.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000000000000007804870507812599933391249375mm/sである。  
 127回走査時間は約132922799119388271324247266240081200.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000000000039024352539062599966956249375mm/sである。  
 128回走査時間は約265845598238776542648494532480080400.0秒で、走査速度は約0.000000000000000000000000000000000000195121762693125999934831249375mm/sである。  
 129回走査時間は約531691196477553085296989064960079800.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000000000000000975608813468759999691656249375mm/sである。  
 130回走査時間は約1063382392955106170593978129920079200.0秒で、走査速度は約0.00000000000000000000000000000000000004878044067343759999948281249375mm/sである。  
 131回走査時間は約2126764785910212341187956259840078400.0秒で、走査速度は約0.0000000000000000000000000000000000000243902203367187599999741249375mm/sである。  
 132回走査時間

させ、一端口ハモ角野のの  
向4、一端口ハモ角野のの  
る照射がで、均分状態  
を一端口ハモ角野のの  
一端口ハモ角野のの  
すり出され、予はあ検る学  
6相対する学ト出物、出物し、ル  
ト位置付近対光レンズの  
2、一端口ハモ角野のの  
レ、クレ6の  
集光検れ視異光漏の  
の部位置有設ナラ、4希タル4射4  
変通線をノすら5、4、4と4おお  
よ透空とらよつて、  
結ル上手5、1視を述する号  
レビク5、1視を述する号  
考検器少査野に  
系の樹イー、1に像34するよう構成  
てい方ル位レ6は、物  
れ1の焦点ズを対  
の上ズ上一る電気空間フル4  
4、4、4像するてある。  
5、1は信号処理で、記検出  
器51、551と、該検出器51、551の出力

を2値化処理する第1および第2の2値化回路5  
2、552と、論理積回路53と、マイクロコン  
ピュータ54と、表示手段55とからなっている。

検出器51、551は、例えば電荷移動型の一  
次元固体撮像素子などにて形成され、Xステージ  
10を走査しながらレチクル6上の回路パターン  
からの信号を検出するが、この場合、レチクル6  
上の異物が存在していると、入力する信号レベル  
および光強度が大きくなるため、検出器51、5  
51の出力も大きくなるように形成されている。  
なお、前記の如く検出器51、551に一次元固体  
撮像素子を用いれば、分解能を維持したまま検  
出視野を広くすることができる利点を有するが、  
これに限定されることなく2次元のもの、或いは、  
単素子のものでも使用可能である。

2値化回路52、552は、2値化のしきい値  
が予め設定されており、検出器51、551から  
出力された検出したい大きさの異物に相当する  
反射光強度以上の出力値が入力された場合に、論理  
レベル"1"を出力するように形成されている。

と回路パターンからの検出出力値との関係説明図、  
第9図は微細構造パターンを有する回路パターン  
を示す図、第10図は異物および回路パターンコ  
ーナー部から検出される検出信号の出力値レベル  
を示す図である。

第4図(A)において、70は固定手段8により  
Zステージ9上に固定されたレチクル6上の異物、  
81は回路パターン80の直線部分、82は回路  
パターン80のコーナー部である。

レチクル6上を第1の照明系2または第2の照  
明系3によって斜方より照射し、発生する散乱光  
を対物レンズ41で集光すると、第5図に示すレ  
チクル6上の回路パターン80と照明系2または  
3のレチクル6面上への投影像60との位置関係  
で定義される角度θが0°のときの角度パターン  
(以下0°パターンという)の回折光は、対物レン  
ズ41のフーリエ変換面上では第6図(a)に示す  
ように帯状に表れる。ここで前記回路パターン8  
0の角度θの種類は、0°、45°、90°の角  
度パターンに限られていて、第4図(A)に示すよ

うに  $45^\circ$  および  $90^\circ$  のパターンからの回折光 (b), (c) は、対物レンズ 41 の縁に入射しないため、検出に影響を及ぼすことがない。一方、異物 70 からの散乱光は、方向性が無いため第 6 図 (e) に示すようにフーリエ変換面上の全面に広がる。このため、フーリエ変換面上に帯状の遮光部と、その外部に透過部とを有する空間フィルタ 44, 444 を配置して、第 4 図 (A) に示す  $0^\circ$  パターンからの回折光 (a) を遮光することにより、異物 70 を回路パターン 80 と弁別して検出することが可能となる。

この構成により高NA検出光学系が初めて実現でき、NAを0.5に選んだ場合、その開口面積は、低NA検出光学系の約20倍にもできる。

但し、回路パターンコーナー部分（第4図（D）に示す。）からの散乱光は、直線状の空間フィルタでは十分に遮光しきれない。このため従来のような  $10 \times 20 \mu\text{m}^2$  の検出画素で検出を行った場合（第4図（B）に示す。）、画素中に複数のパターンコーナー部分からの散乱光が入射してしまい、

異物だけを検出することが出来ない。

そこで本発明では、検出器の画素を $2 \times 2 \mu\text{m}^2$ にまで高分解能化し(第4図(C)に示す。)、回路パターンからの影響を極力排除、 $0.5 \mu\text{m}$ の異物検出を可能とした。またここで、検出器の画素を $2 \times 2 \mu\text{m}^2$ と設定したが、この理由は以下に述べるものであり、必ずしも $2 \times 2 \mu\text{m}^2$ である必要はない。

この場合の画素の寸法は、レチクル上の最小バターン寸法よりも小さければ良い。

従って、 $0.8\mu\text{m}$ プロセスLSIを縮小率1/5のステッパーで露光する場合のレチクルでは、おおむね $0.8 \times 5 = 4\mu\text{m}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ プロセスLSIではおおむね $0.5 \times 5 = 2.5\mu\text{m}$ よりも小さい画素で検出すれば良い。

また、実際にはバターンコーナーを十分に小さくできる値であれば、さらに大きくて、小さくても良い。

具体的には、検査対象となるレチクル上の最小パターン寸法程度が望ましい。この最小パターン

図 さ M 一 用 最 法 の と し て が で す  
一 で し 望 レ す 一 が で す  
繁 ま よ す 15  
法 ま し ル す 1  
画 ら D 一 高 ハク 1  
の 4 回 用 し か 光 系 の N 2  
今 す 検出 2  
お 装置 光 の 面 積  
一 れ 葉 来 と 学 約 2  
る 比較 で 倍 0  
そ よ 0 × 分 能 比 0  
論 高 2 檢 器 の 面  
そ ま 一 出 一 つ て 出 m 素  
異 発 ま 0 μル 0 5 μ の  
本 本 2 2 と し て 0 5 μ の  
を 2 叠 と し て 0 5 μ の  
分 1 ま 結 果 し す ター 1  
一 が 1 が し す ター  
と 差 分 し 7 ナ ナ  
あ 交 部 2 2 2 2 2 2 2  
視 的 し 第 7 図 2 2 2 2 2 2  
の 二 8 (B) 2 2 2 2 2 2  
コ ナ 一 で 構成 2 2 2 2 2 2  
一 3 もの 2 2 2 2 2 2  
部 2 か 一 一 一 一 一 一  
広がる傾向があり、空間フィルタ 44, 444  
の面を角的で

より完全に遮光することが出来ず第6図(d)に示すようになる。このため、一つの検出器51または551に複数のコーナー部82からの回折光が入射すると、検出器51または551の出力Vが増大して、異物70との弁別検出ができなくなる。第8図はこの状態を示したもので、複数のコーナー部82からの検出出力値822が单一のコーナー部82からの検出出力値821に比べて高い値になり、図に示す点線90のレベルで2値化したのでは、異物70からの検出出力値701を分離して検出することができないことを示している。

上記第8図にて説明した不具合点の対策として本発明では、レチクル6上の検査視野15を対物レンズ41、結像レンズ45, 445等を介して検出器51, 551に結像するように構成し、検出器51, 551の寸法と結像倍率を選択することにより、レチクル6面上における検出視野15を任意の寸法(例えば $2\text{ }\mu\text{m} \times 2\text{ }\mu\text{m}$ )に設定し、簡易な検出光学系4でありながら複数のコーナー部82からの回折光が検出器51, 551に同時に

特開平4-127152 (9)

路パターンで形成されるすべてのコーナー部 82  
からの回折光の検出出力値、861, 871, 8  
62, 872, 863, 873 は、ミクロンオーダーの寸法 84 を有する微細構造回路パターンから  
の回折光の検出出力値をそれぞれ示す。このうち、701, 861, 862, 863, 864,  
865, 866, 867 は、第1の照明系 2 による  
検出出力値を、また、702, 871, 872,  
873, 874, 875, 876, 877 は、第  
2の照明系 3 による検出出力値を示し、例えば 8  
61 → 871 は、回路パターンの同一位置にお  
ける照明系別の検出出力値で、861 が第1の照  
明系 2 による値、871 が第2の照明系 3 による  
値を示す。また、異物 70 は、図からもわかるよ  
うに、回路パターンに比べて照射方向による散乱  
光の検出出力値の変動は小さい。なお、図中の点  
線 91 は、検出出力値のしきい値を示す。

上記第8図から、同一の回路パターンでも照射される方向により回折光の出力が大きく異なることが判明し、しかも、レチクル6面上を180°

方向をずらした対向する2方向の斜方から照明した場合、いずれか一方の側の回折光の出力値は、図中◎印で示すように、サブミクロンオーダーの異物からの出力値よりも必ず小さいことが分かる。このため、本発明ではレチクル6面上の同一位置からの上記各出力値を、検出器51と551とにより別個に検出し、前記◎印で示した値の小さい方の検出出力値を採用し、2値化回路52と552とにより2値化した後、論理積回路53で論理積をとり、サブミクロンオーダーの異物70のみを回路パターン80から分離して検出することを可能にしたのである。

第10図に示すように、2値化回路52と55  
-2にしきい値91を設定すると、しきい値91以上  
の値は、異物70の検出出力値701, 702  
と、回路パターンの検出出力値861, 863,  
874, 875となるが、これら回路パターン  
からの2値化出力は、2値化回路52または55  
2のいずれか一方からのみの出力となるため、論  
理積回路53からは出力されず、従って異物70

のみを回路パターンから分離して検出することができる。そして、検出時のXステージ10およびYステージ11の位置情報のほか、検出器51、551が単素子でない場合には、その素子中の画素位置から計算される異物70の位置情報および検出器51、551の検出出力値が、異物データとしてマイクロコンピュータ54が管理するメモリに記憶されるとともに、該記憶内容が演算処理されてC.R.T等の表示手段55に表示される。

従来技術での見逃し異物の例を第11図に示す。これらの異物は寸法的に本来なら検出されるべき寸法の異物である。

本発明ではこれら従来技術による見逃しのメカニズムについて検討を加え、新規な構成による異物検査方式を提案する。

第12図に従来装置での問題点について示す。レチクル上の異物検査装置においては、レチクル上に形成された回路パターンからの回折光を除去し、異物からの散乱光だけを検出する方式が、技術の重要なポイントとなる。

そのため、散乱光の偏光状態を解析する方式、複数の検出器の出力を比較する方式などが開発・実用化されている。しかし、そのいずれもが回路パターンから発生する散乱光の影響を避けるため、NA 0.1 程度の開口の小さな光学系を回路パターンからの散乱光を避けた斜方に配置している。この様な構成では、後で述べる理由により、不規則な形状の異物を見逃しやすいという問題を生ずる。

ここで用いたNAとは、レンズの開口径と対象物体までの距離で決まる。レンズの特性を表現する数値で、具体的には、右に示す図中の $\theta$ を用いて、 $NA = \sin \theta$ で求められる数値である。

もう一つの問題点は、回路パターンの微細化に対応し、各種検査技術で補助的に用いられたパターン除去技術である。これらの多くは、検査中に回路パターンを見つけると、自動的に異物検出器の検出感度を下げる方式をとっている。このような方式には、回路パターンの誤検出を減らす一方で、パターンエッジ近傍の異物を見逃してし

異物からの散乱光レベルを測定して示した。この図は、点A 1001では検出レベルが検出しきい値を越えているのに対し、点B 1002では検出しきい値を越えず検出できることを示している。実異物の散乱光分布は一定していないため、A、Bのような低開口数の検出方式では検出性能が安定しないことを示す。

そこで本発明では、開口の大きな高NA検出光学系41により様々な散乱光分布を持つ異物からの散乱光を有效地に集光することを考案した。

レーザ21、集光レンズ22、対物レンズ41、フィールドレンズ43、空間フィルタ44、結像レンズ45、検出器51で第15図のように構成された装置により、レチクル6上の異物70を検出する際の本発明の効果を第16図に示す。

評価試料には、0.5  $\mu\text{m}$ LSIである16M DRAMのレチクル5枚を用いた。

図では、5枚のレチクルで検出された異物の合計を縦軸に、検出された異物の寸法を横軸に示している。また、検出された異物のうち従来技術で

まう問題が発生する。

それでは、以下に、これら2つの問題点に対する、本発明の解決策を述べる。

第14図中の写真1004、1005は、異物ヘリーザを照射したときに発生する散乱光を上方より観察したものである。この写真で注目すべきことは、異物からの散乱光(e)が方向性をもって分布していることである。このため、従来型の低NA検出器1001では、検出器の設置位置を適正にしないと、異物から発生する散乱光(e)がうまい具合に低NAの光学系に入射するとは限らず、見逃しが発生する。しかも、これらの散乱光の分布の具合は異物の大きさや形状により異なるため、すべての異物に対し、低NAの光学系を適正に配置することは事実上不可能である。

このことを実験的に測定した結果を第13図に示す。

異物を入射角60°のレーザ光で照明した場合の散乱光分布を、NAの低い(0.1)検出光学系1001、1002で検出角を変えながら、上記

も検出された異物については色を変えて示してある。

従来技術の検出能力は、0.8  $\mu\text{m}$ とされていた。このため、1  $\mu\text{m}$ より小さい異物の領域で検出能力に本発明との差が存在するのは理解できる。しかし、1  $\mu\text{m}$ より大きな異物の領域においても、本発明は、大幅な検出個数の向上がみられている。その検出率は、従来技術の検出個数の比で約9倍にもなる。

これは本発明が採用した高NA検出光学系が不規則な形状の異物に良く対応し、異物からの散乱光を安定して検出しているためと考えられる。

次に回路パターンエッジに付着した異物に対する検出状況について説明する。第16図の検出異物を異物の付着位置別に分類した結果第17図に示す。付着位置は、レチクルの回路パターン面を、ガラス部分(透過部分)とクロム部分(遮光部分)、そして両者の境界部分であるエッジ部分の3領域に分類した。このうちエッジ部分は最も異物付着の影響を大きく受け、クロム部分の異物はクロム

部分上に留まる限り転写に影響を及ぼさない。

転写に最も影響を及ぼす、即ち、最も検出の必要性を有するエッジ部の異物に対する検出性能が向上していることは第17図より明らかである。

ここで述べたクロム部分上の異物を問題にしないという発想を用いると、第18図の様な構成でも可能となる。

この場合、クロム部分上の異物の検出を行うことはできないが、転写不良に影響する、ガラス部分、エッジ部分の異物からの散乱光は透明な基材であるレチクルを通して行うことができる。

この構成の利点としては、第19図に示す様な断面を持ったレチクルへの対応がある。

第19図中のレチクルでは、クロムパターン間に、転写解像度の向上を目的とした位相シフター膜が設けられている。この膜は、透明だが、クロムパターン(厚さ0.1μm程度)の数倍の大きさの構造を有しているため、膜のエッジ部1006からの回折光は、クロムパターン・エッジ部からの回折光と比較して大きなものとなる。

しかし、第18図の様に検出系を下方に設けた構成では、位相シフター膜から発生する回折光は、レチクル自身のクロムパターンに遮光され、検出系には入射せず、異物の検出に影響を及ぼさない。

また、ここでは、レチクルと照明系21および対物レンズ41を図に示した配置にしているが、

本発明の目的は、クロム部分上に配置された位相シフタ1003のエッジ部1006からの散乱光をクロムパターンを利用して遮光すれば、達成できるものである。従って、照明系21、対物レンズ41がレチクル6に対して、それぞれ反対側にあれば良いため図20の構成であっても良い。

ただし、位相シフタ1003は厚みがあるため、斜方照明の場合、図20の構成では、照明できない部分1007が生じるため、図18の構成の方が良い。

#### [発明の効果]

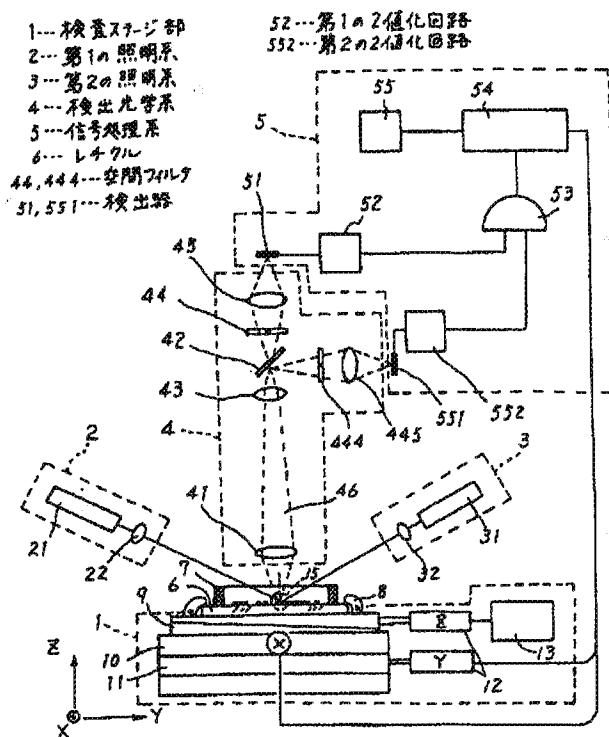
本発明は、以上説明したように構成されているので、レチクル等の回路パターン上に付着したサブミクロンオーダーの微細な異物を、主として光

第18図「異物を検出する光学系」を概要する。図は第17図と同様にレーベルを射出する光源は、図の右側のザイザル出射する図。光源の位置Xと本発明と比較される従来技術の位置Yとを示す。第15図は成明係例の場合、第16図は本発明の構成要義の主要部を示す。第17図は本発明による検出異物を異物の付着位置別に分類して示す。第18図は本発明の他の一実施例を示す概略構成図。第19図は本発明に係る移送シフタ膜付レチクルからの散乱光・回折光を示す図。第20図は更に本発明の他の一実施例を示す概略構成図。第21図は異物からの散乱光強度の理論値をレーザ光の波長λ、異物の粒径Dによる無次元数πD/λについて示した図。第22図は異物からの回折光の方向を示す図。第23図は光学系のNAの定義を示した図。第24図は異物からの散乱光強度に比例する散乱断面積を異物径dに対して示した図である。

は従来技術で見逃した異物の実例を示す図。第12図は従来技術の課題を説明するための図、第13図は従来技術の課題を説明するための図、第14図は本発明に係る高NA光学系を用いて異物からの散乱光を検出した図、第15図は第1図に示す本発明の構成要義の主要部を示した図、第16図は検出異物寸法に対する検出異物個数を本発明と従来技術と各々の場合について示した図、第17図は本発明による検出異物を異物の付着位置別に分類して示した図、第18図は本発明の他の一実施例を示した概略構成図、第19図は本発明に係る移送シフタ膜付レチクルからの散乱光・回折光を示す図、第20図は更に本発明の他の一実施例を示した概略構成図、第21図は異物からの散乱光強度の理論値をレーザ光の波長λ、異物の粒径Dによる無次元数πD/λについて示した図、第22図は異物からの回折光の方向を示す図、第23図は光学系のNAの定義を示した図、第24図は異物からの散乱光強度に比例する散乱断面積を異物径dに対して示した図である。

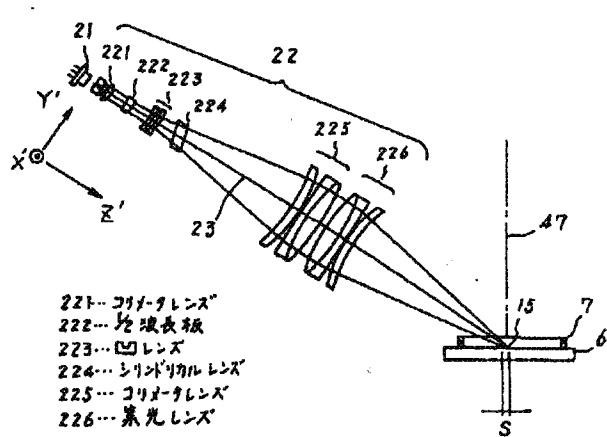
1…検査ステージ部、2…第1の照明系、3…第2の照明系、4…検出光学系、5…信号処理系、6…レチクル、9…Zステージ、10…Xステージ、11…Yステージ、21、31…レーザ光源、44、444…空間フィルタ、51、551…検出器、52…第1の2値化回路、552…第2の2値化回路、53…論理積回路、70…異物、80…回路パターン、221…コリメータレンズ、222…1/2波長板、223…凹レンズ、224…シリンドリカルレンズ、225…コリメータレンズ、226…集光レンズ。

第1図

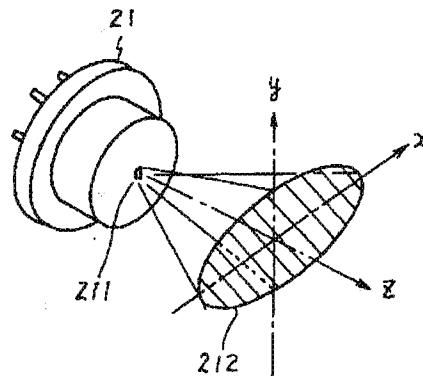


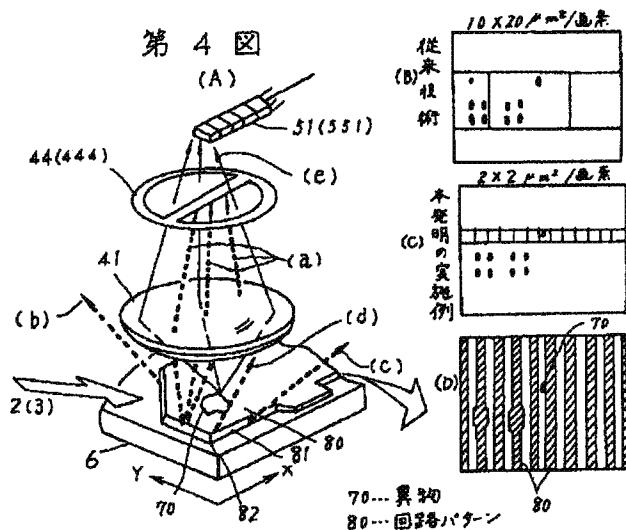
代理人弁理士 小川勝男

第2図

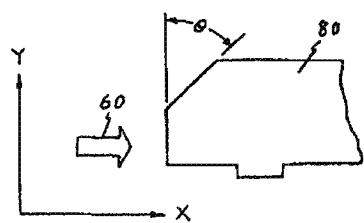


第3図

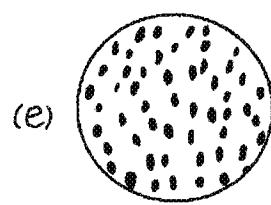
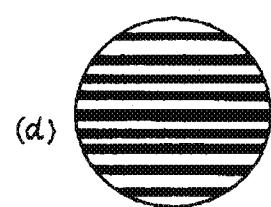
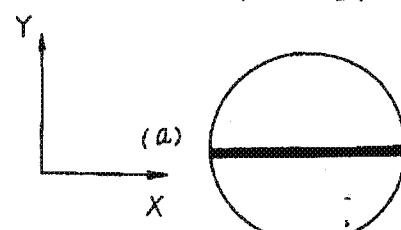




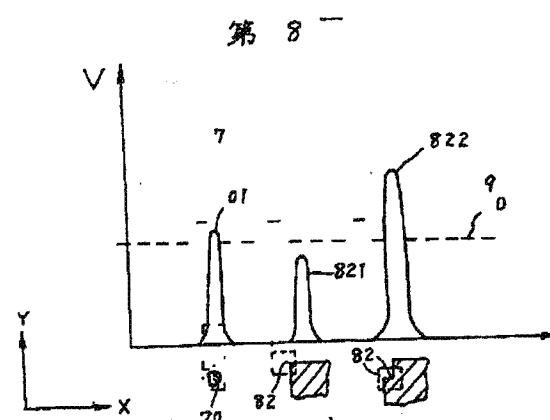
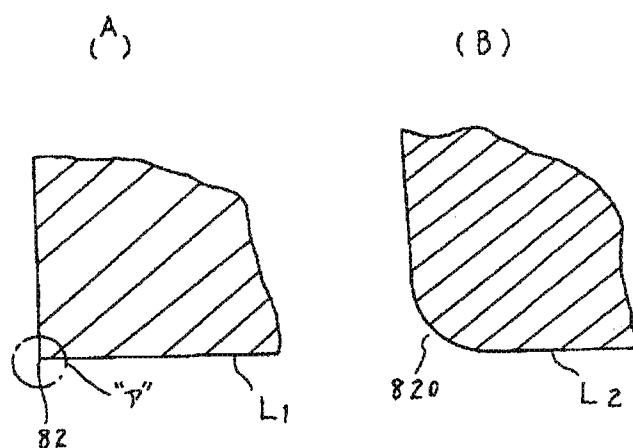
第 5 図



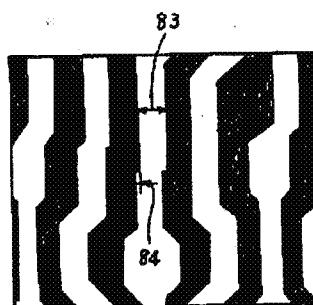
第 6 図



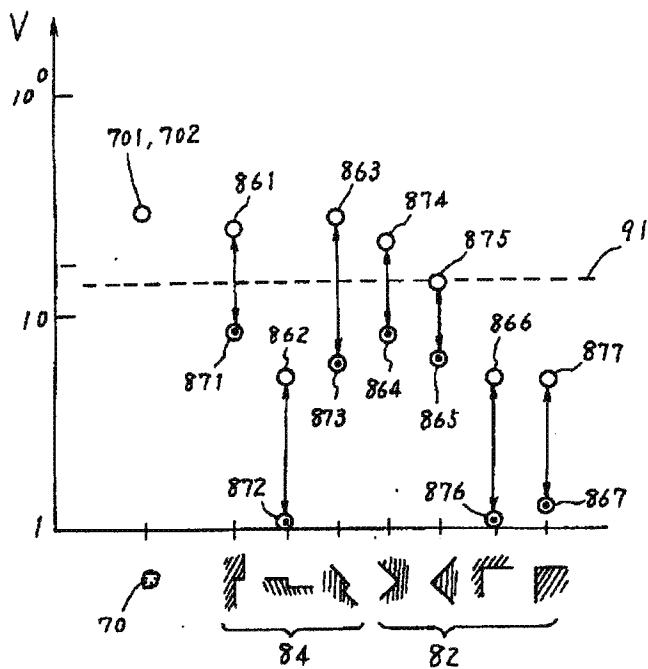
第 7 図



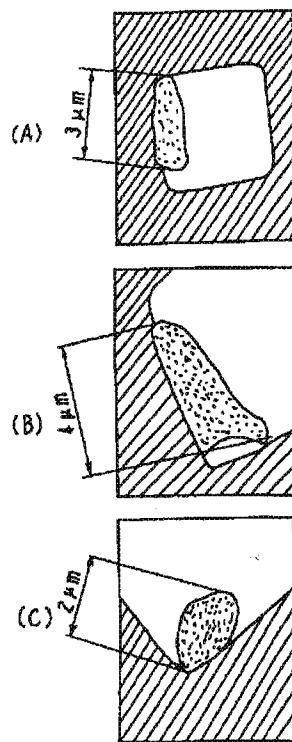
第 9 図



### 第10図

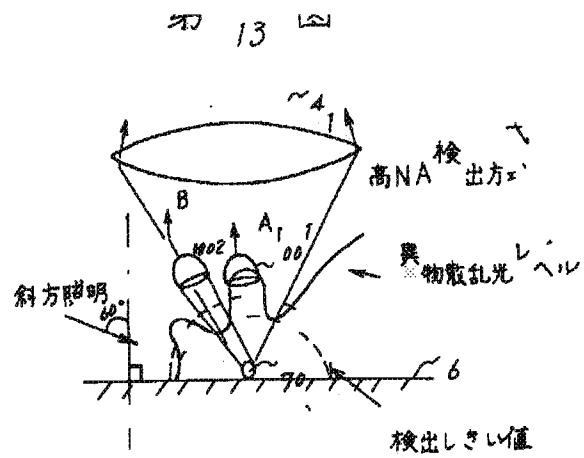


### 第 11 図

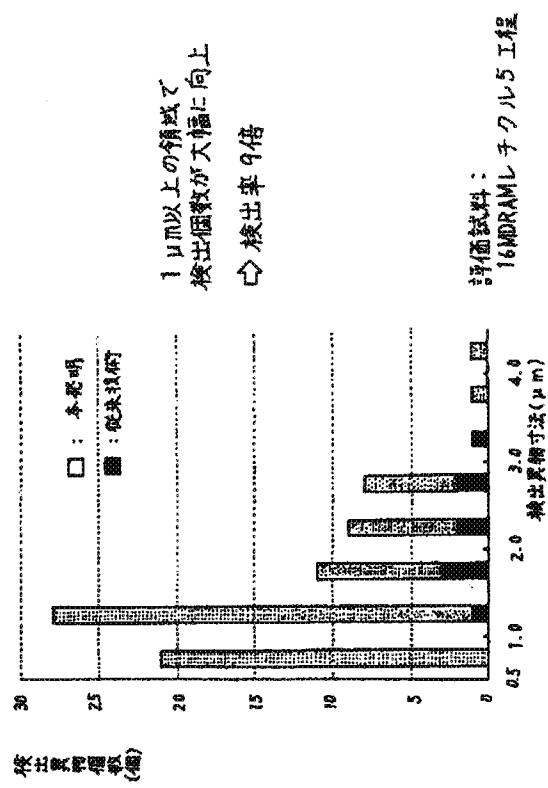


第12

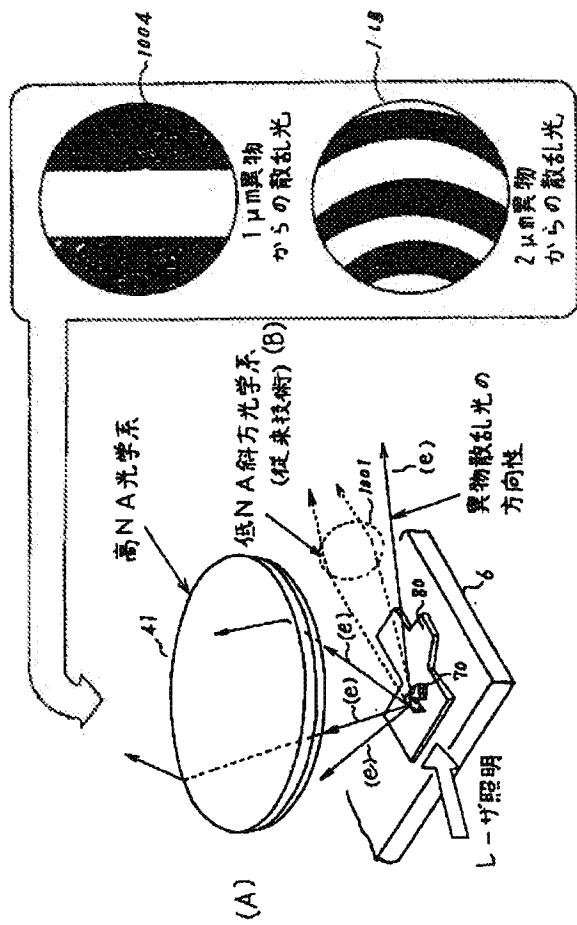
異物検出技術	
検出性能	散乱光検出技術
0.8 $\mu$ m	低NA斜方光学系 
1.0 $\mu$ m	偏光差動検出方式 多方向検出比較方式
	不規則形状の異物を見逃す パターンエッジ 近傍の異物を見逃す



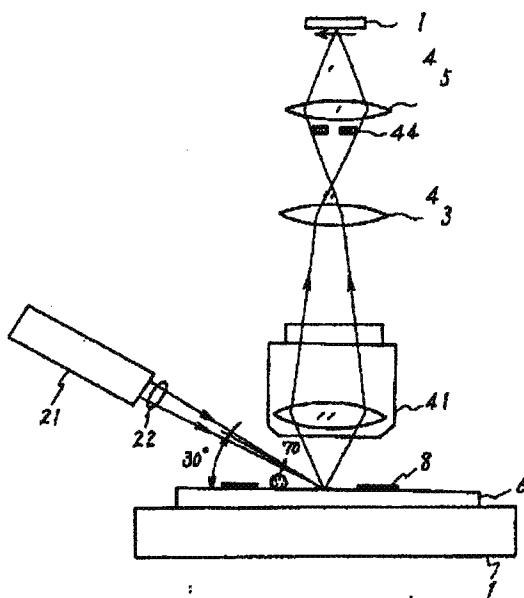
第 16 図



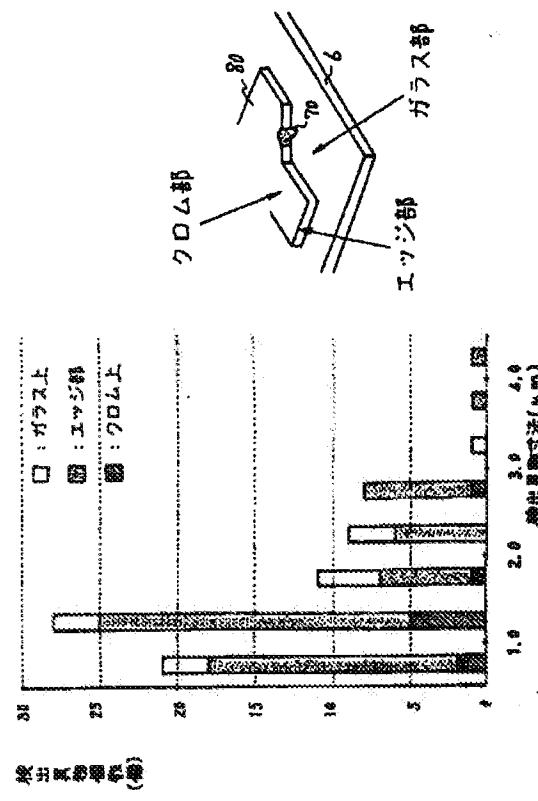
第 14 図



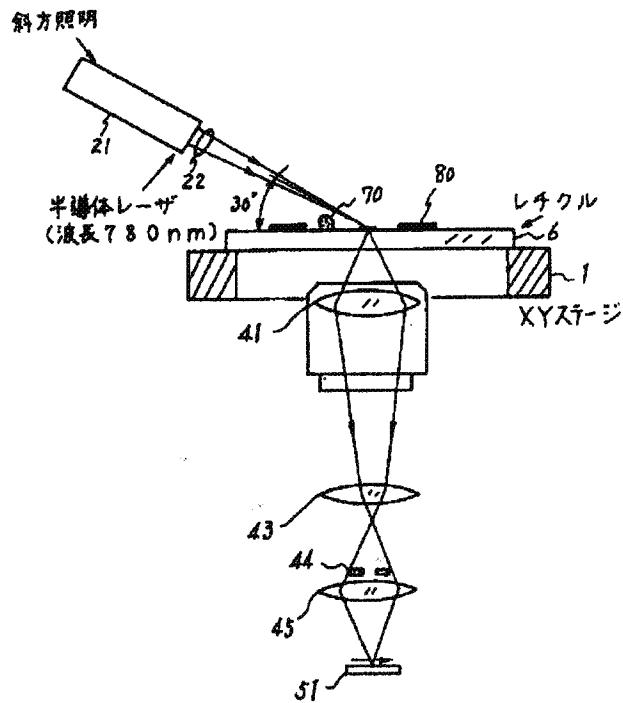
第 15 図



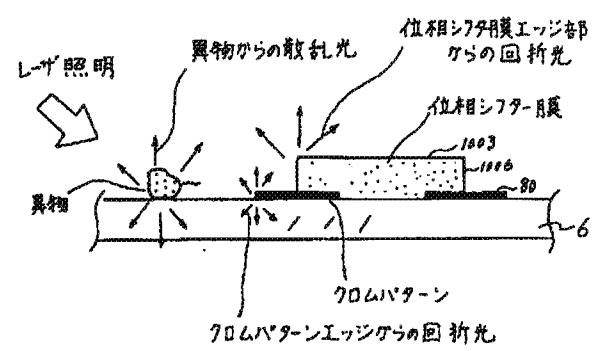
第 17 図



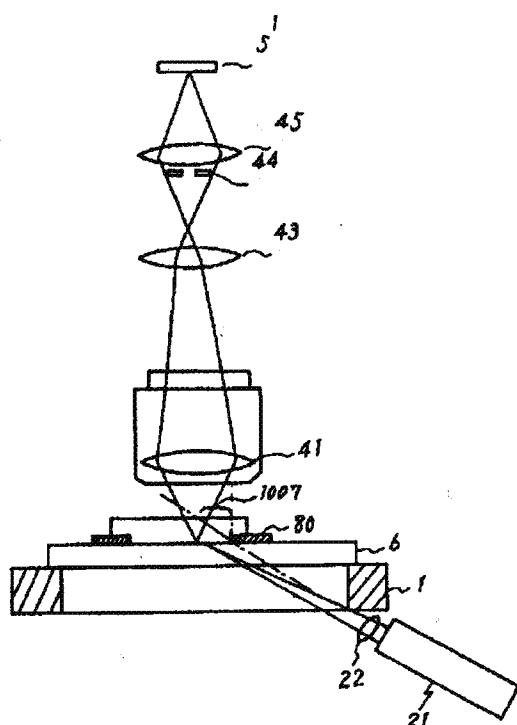
第 18 図



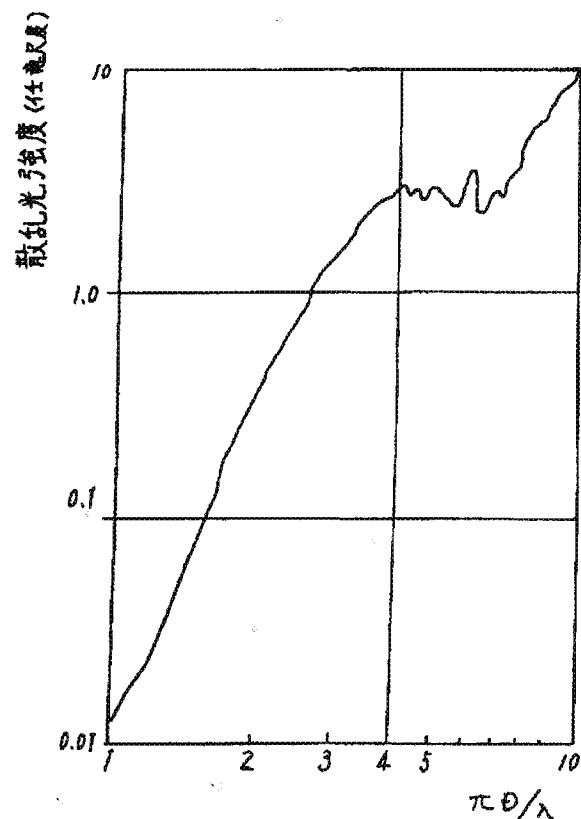
第 19 図



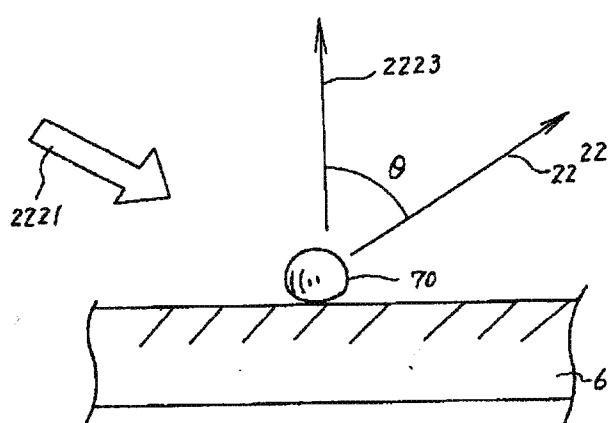
第 20 図



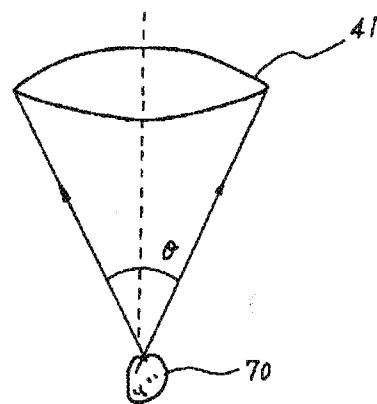
第 21 図



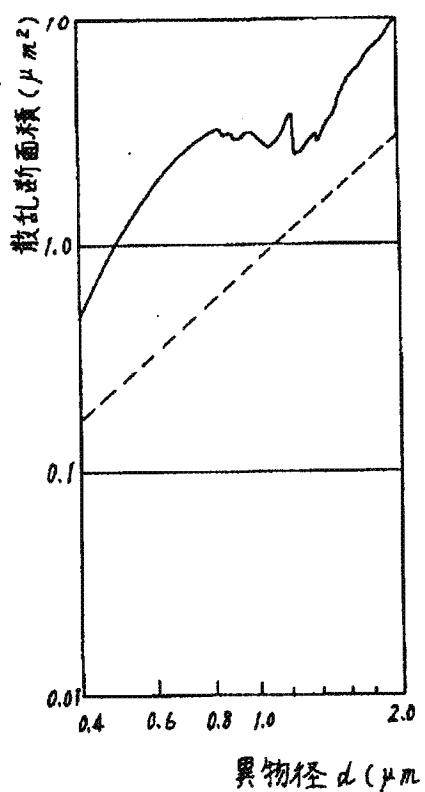
第 22 図



第 23 図



第 24 図



ム月<sup>11</sup> 年<sup>5</sup> 部年<sup>1</sup> 分<sup>9</sup> の<sup>1</sup> 定<sup>2</sup> よ<sup>1</sup> 正の掲載  
【番】平特<sup>11</sup> 区<sup>2</sup>  
【年開】開<sup>(</sup> 2<sup>)</sup> 5<sup>も</sup> 月<sup>10</sup> 日  
【出日数】成<sup>-1</sup> 7<sup>1</sup> 2<sup>2</sup>  
【年】年<sup>4</sup> 9<sup>2</sup> 4<sup>2</sup>  
【国開】開<sup>-1</sup> 9<sup>2</sup> 4<sup>2</sup> 月<sup>8</sup> 日  
【題N】特<sup>1</sup> 4<sup>2</sup> 12<sup>7</sup> 2<sup>2</sup>  
【番】1/6頭<sup>1/6頭</sup>  
【】平<sup>2</sup> 2 4 7 0 9 7  
【国特】<sup>1/6版</sup>  
.011  
上<sup>3</sup> 1/66  
2

11 ]  
[ FGIN 1/88 E  
~~ 2 " S  
GO F ~ 1/08  
~~ 3 " J  
PHOLL 21/66  
~~ 4 " Z

字 開放 会をなし 高 の  
開放 ういしの後 の位 置と の さ方向  
相 すすめ制 が 一出し光学系 一点位 武科 て  
対 て し間もなあひ ザビームを試料にに対して相対的に走査し  
正 ひ

$$6. \quad \begin{aligned} f &= 5 \sin \left( \frac{\pi}{2} x \right) \\ &= 5 \sin \frac{\pi}{2} x \end{aligned}$$

五

を形成した光透過性基板に照射し、該レーザビームの照射により前記光透過性基板を溶解した光を光学系を介して検出し、該照射した前記光透過性基板を透過した光に基づいて前記光透過性基板上の異物を検出する異物検査方法であつて、前記レーザーの波長をλ、検出する最小の異物の寸法をdとしたときに、該前記光透過性基板を透過した光を、NAが0.24×(λ/d)以上である前記光学系の集光レンズを介して検出することを特徴とする異物検査方法。

- 1.2. レーザー光源からレーザビームを発射して集光部に照射した試料に該試料に対して相対的に走査しながら照射し、該レーザビームの照射により該試料から発射する光を光学系を介して検出し、該試料に大前記試料から発射した光に基づいて前記試料上の異物を検出する異物検査方法であつて、前記光学系の集光部を絞り、該絞りした光学系の集光位置と検出部の位置が該試料の相対的位置を維持しながら前記レーザビームを前記試料に対して相対的に走査して照射することを特徴とする異物検査方法。